

**HEATER AND MANUFACTURE THEREOF**

Patent Number: JP11040330  
Publication date: 1999-02-12  
Inventor(s): FURUKAWA MASAKAZU  
Applicant(s):: IBIDEN CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP11040330  
Application JP19970210014 19970719  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H05B3/20 ; H05B3/12  
EC Classification:  
Equivalents: JP3165396B2

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thin and light heater which can facilitate temperature control and prevent generation of thermal distortion by forming an heating element coated with a metal layer on its surface with metal particles or the metal particles and metallic oxide sintered on the surface of a plate-shaped body consisting of nitride ceramic or carbide ceramic.

**SOLUTION:** Fine particles of metal nitride ceramic such as AlN, or metal carbide ceramic such as SiC, are pressed and formed together with sintering assistant and binder and the like, and sintered at approx. 1,000 to 2,500 deg.C, so that a plate-shaped body made of ceramic (heater plate) 1 is obtained, whose thickness is approx. 0.5 to 5 mm, and which is formed with a through hole 8 or the like, if necessary. Metal particles of gold, tungsten or the like, and if necessary, conductive paste including metallic oxide, such as Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, are subjected to pattern printing, and heating sintering on the surface of the heater plate 1, and a metal coating layer 5 of Ni or the like is plating-coated on the metal particle sintered body 4 to form a heating element 2. After that, a terminal pin 3 is connected through a solder layer 6 of Ag-Pb alloy or the like.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-40330

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 5 B 3/20  
3/12

識別記号

3 9 3

F I

H 0 5 B 3/20  
3/12

3 9 3

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-210014

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月19日

(71) 出願人 000000158

イビデン株式会社

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

(72) 発明者 古川 正和

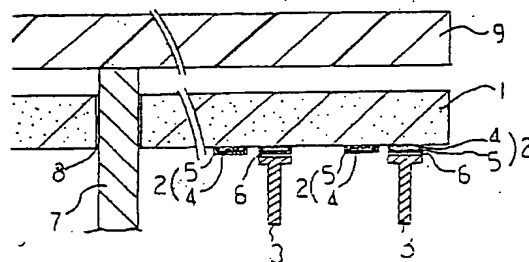
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデ  
ン株式会社内

(54) 【発明の名称】 ヒーターおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 温度制御しやすく、薄くて軽いヒーターを提供する。

【解決手段】 金属窒化物セラミックまたは金属炭化物セラミックからなる板状体の表面に、金属粒子を焼結して形成した発熱体を設けてなる。発熱体には金属酸化物を含有してもよく、その表面をニッケル層などで被覆してもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体の表面に、金属粒子を焼結して形成した発熱体を設けてなることを特徴とするヒーター。

【請求項2】 前記発熱体は、金属粒子および金属酸化物を焼結して形成した請求項1に記載のヒーター。

【請求項3】 前記発熱体の表面は、金属層で被覆されてなる請求項1に記載のヒーター。

【請求項4】 少なくとも以下の①～③の工程を含むことを特徴とするヒーターの製造方法。

①窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの粉体を焼結させて窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体とする工程。

②①の板状体上に金属粒子からなる導電ペーストを印刷する工程。

③加熱して導電ペーストを焼結させて、セラミックからなる板状体の表面に発熱体を設ける工程。

【請求項5】 前記工程②において、金属粒子および金属酸化物からなる導電ペーストを印刷する請求項4に記載のヒーターの製造方法。

【請求項6】 前記工程③の後、発熱体表面にめっきを行い、金属層で被覆する請求項4に記載のヒーターの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、主に半導体産業において使用される乾燥用のヒーターに関し、特に、温度制御しやすく、また、薄くて軽いヒーターに関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製品は、シリコンウエハー上に感光性樹脂をエッチングレジストとして形成し、シリコンウエハーをエッチングすることにより製造される。感光性樹脂は、液状でスピンコーターなどでシリコンウエハー表面に塗布されるのであるが、塗布後に乾燥させなければならず、塗布したシリコンウエハーをヒーター上に載置して加熱することになる。従来このようなヒーターとしては、アルミニウム板の裏面に発熱体を配線したものが採用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような金属製のヒーターは次のような問題があった。まず、金属製であるため、ヒーター板の厚みは15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、そり、歪みが発生してしまい、金属板上に載置されるウエハーが破損したり傾いたりしてしてしまうからである。このため、ヒーターの重量が大きくなり、かさばってしまう。

【0004】また、発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、加熱温度を制御するのであるが、金属

板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒーター板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題があった。本願発明は、温度制御しやすく、薄くて軽いヒーターを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本願発明者らは鋭意研究した結果、ヒーター板として、金属に代えて熱伝導性に優れた窒化物セラミックまたは炭化物セラミックを使用すると、薄くしてもそり歪みが発生せず、また、発熱体に印加する電圧や電流量の変化に対してヒーター板の温度が迅速に追従するという事実を知見した。

【0006】さらに、窒化物セラミックや炭化物セラミックは、金属粒子を含む導電ペーストとは密着しにくいのであるが、導電ペーストに金属酸化物を加えることにより、金属粒子が焼結して窒化物セラミックや炭化物セラミックと密着する事実も合わせて知見した。

【0007】本願発明の構成は次とおりである。

1. 窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体の表面に、金属粒子を焼結して形成した発熱体を設けてなることを特徴とするヒーター。

【0008】2. 前記発熱体は、金属粒子および金属酸化物を焼結して形成した1に記載のヒーター。

3. 前記発熱体の表面は、金属層で被覆されてなる1に記載のヒーター。

【0009】4. 少なくとも以下の①～③の工程を含むことを特徴とするヒーターの製造方法。

①窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの粉体を焼結させて窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体とする工程。

②①の板状体上に金属粒子からなる導電ペーストを印刷する工程。

③加熱して導電ペーストを焼結させて、セラミックからなる板状体の表面に発熱体を設ける工程。

【0010】5. 前記工程②において、金属粒子および金属酸化物からなる導電ペーストを印刷する4に記載のヒーターの製造方法。

6. 前記工程③の後、発熱体表面にめっきを行い、金属層で被覆する4に記載のヒーターの製造方法。

【0011】本願発明では、板状体（以下ヒーター板と称す）は、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなることが必要である。窒化物セラミックまたは炭化物セラミックは、熱膨張係数が金属より小さく、薄くしても、加熱によりそったり、歪んだりしない。そのため、ヒーター板を薄くて軽いものとすることができる。また、ヒーター板の熱伝導率が高く、またヒーター板自体薄いため、ヒーター板の表面温度が、発熱体の温度変化に迅速に追従する。即ち、電圧、電流量を変えて発熱体の温度を変化させることにより、ヒーター板の表面温度を制御できるのである。

【0012】前記ヒーター板は、0.5～5mm程度が

よい。薄すぎると破損しやすくなるからである。前記窒化物セラミックは、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタンから選ばれる少なくとも1種以上が望ましい。

【0013】また、炭化物セラミックは、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステンから選ばれる少なくとも1種以上が望ましい。これらのセラミックの中で窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が180W/m・Kと最も高いからである。

【0014】本願発明では、発熱体は、導電ペースト中の金属粒子を焼結して形成したものであることが必要である。加熱焼成によりセラミック板表面に焼き付けることができるからである。なお、焼結は、金属粒子同士、金属粒子とセラミックが融着していれば十分である。図1に示すように発熱体2は、ヒーター板1全体の温度を均一にする必要があることから、同心円状のパターンがよい。また、発熱体2のパターンの厚さは、1~20μmが望ましく、幅は0.5~5mmが望ましい。厚さ、幅により抵抗値を変化させることができるが、この範囲が最も実用的だからである。抵抗値は、薄く、細くなるほど大きくなる。

【0015】導電ペーストは、金属粒子の他、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが一般的である。金属粒子としては、金、銀、白金、パラジウム、鉛、タングステン、ニッケルから選ばれる少なくとも1種以上がよい。これらの金属は比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。これら金属粒子の粒径は、0.1~100μmであることが望ましい。微細すぎると酸化しやすく、大きすぎると焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

【0016】導電ペーストに使用される樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などがよい。また、溶剤としては、イソプロピルアルコールなどが使用される。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。

【0017】前記導電ペーストには、金属粒子に加えて金属酸化物を含ませて、発熱体を金属粒子および金属酸化物を焼結させたものとするのが望ましい。この理由は、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと金属粒子を密着させるためである。金属酸化物により、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックと金属粒子との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面および窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの表面はわずかに酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックが密着するのではないかと推定している。

【0018】前記金属酸化物としては、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、アルミナ、イットリア、チタニアから選ばれる少なくとも1種以上がよ

い。これらの酸化物は、発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックまたは炭化物セラミックとの密着性を改善できるからである。

【0019】本願発明では、発熱体の表面は、金属層で被覆されてなることが望ましい。発熱体は、金属粒子の焼結体であり、露出していると酸化しやすく抵抗値が変化してしまう。そこで、表面を金属層で被覆することにより、酸化を防止できるのである。金属層の厚さは、0.1~10μmが望ましい。発熱体の抵抗値を変化させることなく、発熱体の酸化を防止できる範囲だからである。

【0020】被覆に使用される金属は、非酸化性の金属であればよい。具体的には、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルから選ばれる少なくとも1種以上がよい。なかでもニッケルが好適である。発熱体には電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して発熱体に取り付けるが、ニッケルは半田の熱拡散を防止するからである。接続端子は、コパール製の端子ピンを使用することができる。

【0021】また、半田は銀-鉛、鉛-スズ、ビスマ-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、0.1~50μmが望ましい。半田による接続を確保するに十分な範囲だからである。本願発明では、必要に応じてヒーター板に熱電対を埋め込んでおくことができる。熱電対によりヒーター板の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、ヒーター板の温度を制御することができるからである。

【0022】また、図2に示すようにヒーター板1に貫通孔8を複数設けてその孔8に支持ピン7を挿入し、半導体ウエハー9をそのピン7上に載置することができる。また、支持ピン7を上下させて半導体ウエハー9を図示しない搬送機に渡したり、搬送機から半導体ウエハー9を受け取ったりすることができる。

【0023】ついで、ヒーターの製造方法について説明する。

(1) 窒化物セラミックまたは炭化物セラミックの粉体を焼結させて窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状体(ヒーター板)を形成する工程。前述した窒化アルミニウムなどの窒化物セラミックまたは炭化ケイ素などの炭化物セラミックの粉体、必要に応じてイットリアなどの焼結助剤、バインダーをスプレードライなどの方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧し、板状に成形して生成形体を製造する。

【0024】生成形体に、必要に応じて半導体ウエハーの支持ピンを挿入する貫通孔や熱電対を埋め込む凹部を設けておくことができる。次に、この生成形体を加熱焼成して焼結させてセラミック製の板状体を製造する。加熱焼成の際、加圧することにより気孔のないヒーター板を製造することができる。加熱焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックまたは炭化物セラミ

クでは、1000～2500℃である。

【0025】(2)①のセラミック製の板状体(ヒーター板)に金属粒子からなる導電ペーストを印刷する工程。導電ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導電ペーストをスクリーン印刷などで発熱体を設けようとする部分に印刷する。発熱体は、ヒーター板全体を均一な温度にする必要があることから、図1に示すような同心円からなるパターンに印刷することが望ましい。

【0026】(3)加熱して導電ペーストを焼結させて、セラミック製の板状体(ヒーター板)の表面に発熱体を設ける工程。導電ペーストを加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させる。加熱焼成温度は、500～1000℃である導電ペースト中に金属酸化物を添加しておく、金属粒子、セラミック製の板状体および金属酸化物が焼結して一体化するため、発熱体とセラミック製の板状体との密着性が向上する。

【0027】(4)さらに発熱体表面に金属層を被覆することが望ましい。被覆は、電解めっき、無電解めっき、スパッタリングにより行うことができるが、量産性を考慮すると無電解めっきが最適である。

(5)発熱体のパターンの端部に電源との接続のための端子を半田にて取り付ける。

【0028】取り付け部位に半田ペーストを印刷した後、端子を乗せて、加熱してリフローする。加熱温度は、200～500℃が好適である。さらに、必要に応じて熱電対を埋め込むことができる。以下、実施例に沿って説明する。

【0029】

【実施例】

(実施例1) 窒化アルミニウムセラミック板

(1)窒化アルミニウム粉末(平均粒径1:1μm)100重量部、イットリア(酸化イットリウムのこと 平均粒径0.4μm)4重量部、アクリルバイダー12重量部およびアルコールからなる組成物を、スプレードライヤー法にて顆粒状にした。

【0030】(2)顆粒状粉末を金型に入れて、平板状に成形して生成形体を得た。生成形体にドリル加工して、半導体ウエハー支持ピンを挿入する孔8、図示しないが、熱電対を埋め込むための凹部を設けた。

(3)生成形体を1800℃、圧力230kg/cm<sup>2</sup>でホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを直径230mmの円状に切り出してセラミック製の板状体(ヒーター板)1とした。

【0031】(4)(3)で得たヒーター板1に、スクリーン印刷にて導電ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示すような同心円のパターンとした。導電ペーストは、徳力化学研究所製のソルベストPS603を使用した。この導電ペーストは、銀/鉛ペーストであ

り、金属酸化物を含むものである。

(5)導電ペーストを印刷したヒーター板を780℃で加熱焼成して、導電ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにヒーター板1に焼き付けた。銀-鉛の焼結体4によるパターンは、厚さが5μm、幅2.4mmであった。

【0032】(6)硫酸ニッケル80g/l、次亜リン酸ナトリウム24g/l、酢酸ナトリウム12g/l、ほう酸8g/l、塩化アンモニウム6g/lの濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に(5)のヒーター板を浸漬して、銀-鉛の焼結体4の表面に厚さ1μmのニッケル層5を析出させて発熱体2とした。

【0033】(7)電源との接続を確保するための端子を取りつける部分に、スクリーン印刷より、銀-鉛半田ペーストを印刷して半田層(田中貴金属製)6を形成した。ついで、半田層6の上にコパル製の端子ピン3を載置して、420℃で加熱リフローし、端子ピン3を発熱体2の表面に取り付けた。

(8)温度制御のための熱電対(図示しない)を埋め込み、ヒーター100を得た。

【0034】(実施例2) 炭化ケイ素セラミック板 実施例1と基本的に同様であるが、平均粒径1.0μmの炭化ケイ素粉末を使用し、焼結温度を1900℃とした。

【0035】実施例1、2のヒーターについて、電圧、電流量の変化に対する温度の追従性、発熱体のブル強度について測定した。ヒーターに電圧を印加したところ、実施例1のヒーターは0.5秒で温度変化が見られ、また、実施例2のヒーターは2秒で温度変化が観察された。発熱体2のブル強度については、実施例1のヒーターは、3.1kg/mm<sup>2</sup>、実施例2のヒーターは、3kg/mm<sup>2</sup>であった。

【0036】(比較例) アルミニウム板 発熱体としてシリコンゴムで挟持したニクロム線を用い、厚さ15mmのアルミニウム板とあて板を発熱体を挟み、ボルトで固定してヒーターとした。比較例のヒーターに電圧を印加したところ、温度変化が見られるまで24秒を要した。

【0037】

【発明の効果】以上説明のように、本願発明のヒーターは、薄く、軽くすることができ、実用的である。また、板状体として窒化物セラミックまたは炭化物セラミックを使用し、かつ薄くしているため、電圧、電流量の変化に対する温度追従性に優れており、温度制御しやすい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明のヒーターの模式図

【図2】本願発明のヒーターの使用状態を表す断面図

【符号の説明】

- 1 セラミック製の板状体(ヒーター板)
- 2 発熱体

(5)

特開平11-40330

8

- 3 端子ピン  
4 金属（銀-鉛）粒子焼結体  
5 金属（ニッケル）被覆層  
6 半田層

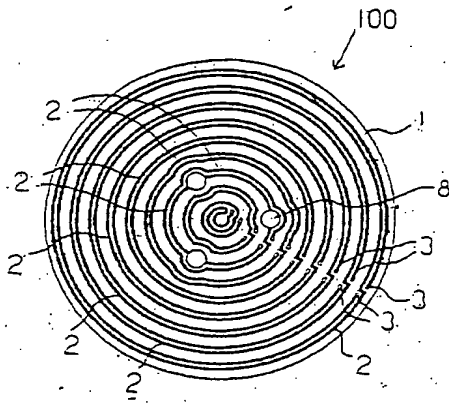
\* 7 半導体ウェハ支持ピン

8 貫通孔

9 半導体製品

\* 100 ヒーター

【図1】



【図2】

